

EP 20350 (3)



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**
10 **DE 197 32 380 A 1**

51 Int. Cl.⁶:
F 42 C 19/12
F 42 C 11/00
F 42 B 3/12
F 42 B 3/13
F 42 B 3/195
F 42 D 1/05
C 06 D 5/06

21 Aktenzeichen: 197 32 380.4
22 Anmeldetag: 25. 7. 97
43 Offenlegungstag: 11. 2. 99

DE 197 32 380 A 1

71 Anmelder:
TEMIC TELEFUNKEN microelectronic GmbH, 74072
Heilbronn, DE; TEMIC Bayern-Chemie Airbag
GmbH, 84544 Aschau, DE; Buck Werke GmbH &
Co., 73337 Bad Überkingen, DE

72 Erfinder:
Laucht, Horst, Dr.-Ing., 83052 Bruckmühl, DE;
Ehlbeck, Heinz-Wilhelm, 24989 Dollerup, DE;
Tiederle, Viktor, Dipl.-Phys., 73265 Dettingen, DE;
Reichardt, Horst, Dr., 01219 Dresden, DE; Scholz,
Markus, Dipl.-Chem. Dr., 79424 Auggen, DE; Weiß,
Uwe, Dipl.-Ing., 09126 Chemnitz, DE

56 Entgegenhaltungen:
DE 37 02 241 C1
DE-PS 9 10 185
US 50 80 016
US 49 76 200
US 47 08 060

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Anzündelement für pyrotechnische Wirkmassen und Verfahren zu dessen Herstellung

57 Die zum Zünden pyrotechnischer Wirkmassen verwendeten Anzündelemente weisen meist recht hohe Zündspannungen bzw. Inertialisierungsenergiemengen auf. Sie basieren meist auf einer rein thermischen Kopplung eines erhitzten und verdampfenden Zündbrückenmaterials.
Durch Verwendung von Titanhydrid ($Ti H_x$; $(0,2-x<2)$) als Zündbrückenschicht und durch ein halbleiterprozeßkompatibles Herstellungsverfahren lassen sich äußerst einfach und in großer Stückzahl Anzündelemente herstellen, bei denen eine Zündspannung im Niedervoltbereich zur Inertialisierung ausreicht. Es wird bereits bei einer geringen Erhitzungstemperatur ein Zersetzungsprozeß des Titanhydrid aktiviert, durch welchen insbesondere auch reaktiver Wasserstoff freigesetzt und ein Plasma gebildet wird.
Derartige Anzündelemente ermöglichen deutlich vereinfachte Ansteuerschaltungen für Insassenschutzeinrichtungen, insbesondere Airbags in Kraftfahrzeugen.

DE 197 32 380 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Anzündelement für pyrotechnische Wirkmassen gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 und Verfahren zu dessen Herstellung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 11.

Des weiteren ist aus der DE 42 22 223 C1 ein elektrisches Anzündmittel gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 bekannt.

In herkömmlichen Anzündelementen wird eine dünne Drahtbrücke geringen Widerstandes (2Ω) durch einen Stromimpuls erhitzt und verdampft. Durch diesen rein thermischen Impuls wird dann die pyrotechnische Wirkmasse entzündet. In der DE 42 22 223 C1 wird dabei eine Dünnschicht-Zündbrücke aus Titan, Titanitrid oder einer überwiegend Titan enthaltenden Legierung vorgeschlagen, da Titan oder Titanitrid aufgrund ihrer hohen Wärmeleitfähigkeit und ihres gegenüber herkömmlichen Zündbrückenmaterialien höheren elektrischen Widerstandes beim Schmelzen eine großflächige und gleichmäßige Erhitzung der pyrotechnischen Wirkmasse gewährleisten. Die dafür erforderliche Zündenergie ist jedoch sehr hoch, da Titan einen Schmelzpunkt über 1660°Celsius aufweist; Titanitrid über 2900°Celsius und übliche Titanlegierungen liegen noch darüber.

Eine andere Variante unter Verwendung vorzugsweise des Halbleitermaterials Polysilizium, dessen Wirkungsprinzip ebenfalls thermischer Natur ist, wird in US 4.708.060 beschrieben. Hierbei wird der ab einer erhöhten Temperatur auftretende negative Temperaturkoeffizient des Widerstandsmaterials ausgenutzt. Dies führt im Zündmoment neben der Hitzeübertragung zur Bildung eines dünnen Plasmas und einem konvektiven Druckeffekt. Der Aufbau ist dabei vergleichbar mit einer Widerstandsbrücke.

Ein anderes Zündprinzip, beschrieben in US 5.080.016, basiert auf der Verwendung einer Metallhydridfolie. Auf dieser freitragenden Folie ist ein Kunststoffstreifen aufgebracht, der durch die thermische Zersetzung der Hydridschicht (Gasdruckentwicklung) infolge eines Spannungsimpulses zerteilt und Teile des Kunststoffstreifens (Flyer) beschleunigt werden und auf die in einem Abstand angeordnete pyrotechnische Wirkmasse treffen, wobei diese durch die Druckwirkung (Schockwelle) des auftreffenden Kunststoffteils gezündet wird. Die zugeführte elektrische Energie wird somit zunächst in thermische Energie und Druck umgesetzt, was wiederum zu einer kinetischen Energie des Flyers führt, welche dieser beim Auftreffen auf die pyrotechnische Wirkmasse in Druck und Wärme umsetzt. Durch diese mehrfache Energieumwandlung treten jedoch erhebliche Wirkungsgradverluste auf, so daß die zur Zündung verwendete Spannung dabei im kV-Bereich liegen muß. Das Patent US 5.080.016 benennt die Elemente Titan, Zirkonium, Nickel und Palladium als geeignete Metalle, um entsprechend Wasserstoff einzulagern.

Generell ist auch die Wasserstoffspeicherung in Metallhydriden als bekannt anzusehen, was jedoch meist als negativer Effekt auf die Festigkeit des Metalls (Wasserstoff-Krankheit) unerwünscht ist. Dieser Effekt kann auch zur gezielten Speicherung von Wasserstoff eingesetzt werden (vgl. Bergmann/Schäfer: Lehrbuch der Experimentalphysik, Bd. 6 1992, S. 452 f.).

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Anzündelement zu entwickeln, welches durch eine geringe Initialisierungsenergie gezündet werden kann und diese mit möglichst geringen Wirkungsgradverlusten an die pyrotechnischen Zündmasse weitergibt. Das Anzündelement soll des weiteren einfach und in großen Stückzahlen herstellbar sein.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit den kennzeich-

nenden Merkmalen des ersten Patentanspruchs sowie durch das Verfahren zur Herstellung gemäß den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruchs 11 gelöst.

Kennzeichnend für die vorliegende Erfindung ist die 5 Kopplung von physikalischem, chemischem und thermischem Energieeintrag aus dem Titanhydrid direkt in die pyrotechnische Wirkmasse bei wesentlich kleineren Initialisierungsenergiemengen. So reichen Niedervoltspannungen $< 50\text{ V}$ und eine Initialisierungsenergie im Bereich einiger Millijoule aus, um die Zündung in Gang zu setzen. Wesentlich 10 für die Energieeinsparung ist dabei die Eigenschaft des Titanhydrids, welches es sich bereits bei einer Lokaltemperatur ca. 450°Celsius zersetzt, währenddessen bisher eine Schmelztemperatur von ca. 1660°Celsius aufgebracht werden mußte.

Beim Zersetzen des Titanhydrids wird aber atomarer Wasserstoff frei, was zu einem erheblichen Druckanstieg zwischen Zündbrückenschicht und pyrotechnischer Wirk- 15 masse führt. Außerdem wirkt der atomare Wasserstoff selbst als Zündmittel (chemische Reaktion mit dem Sauerstoff und Bestandteilen der pyrotechnischen Wirkmasse). Dabei kann es auch zur Ausbildung eines Plasmas kommen.

Der verwendete metallische Bestandteil Titan weist ein relativ hohes Atomgewicht auf, so daß neben der Wirkung 20 des bei der Zersetzung freiwerdenden reaktiven Wasserstoffs sowie der Wirkung des entstehenden Plasmas auch der Energieeintrag durch die erhitzten schweren Metallatome besonders hoch ist, was den Zündvorgang beschleunigt.

Diese Kopplung von Energieeinträgen führt zu einer sehr 30 schnellen, im Mikrosekundenbereich liegenden Zündung der pyrotechnischen Wirkmasse, was bei nahezu allen praktischen Anwendungen von Zündelementen äußerst vorteilhaft ist.

Durch die geringe Zündspannung und Initialisierungs- 35 energie reichen bereits Autobatterien o. ä. direkt und ohne aufwendige Spannungsverstärker zur Spannungsversorgung aus. Deshalb können diese Anzündelemente besonders vorteilhaft als Zünder für Airbags und andere Insassenschutz- 40 einrichtungen verwendet werden.

Die thermische Isolationsschicht unter der Zündbrückenschicht verringert Energieverluste durch die Wärmeableitung in das Trägersubstrat hinein und erhöht somit die in 45 Richtung der pyrotechnischen Wirkmasse fließende und somit wirksame Energiemenge. Durch Variation der Strukturgeometrie und insbesondere Dicke der thermischen Isolationsschicht kann daher auch die Zündzeit und die minimal erforderliche Zündspannung beeinflusst werden.

Durch die Anwendung eines halbleiterprozesskompati- 50 blen Herstellungsprozesses sowie die Verwendung eines Halbleitersubstrates als Trägersubstrat wird die Integration einer mikroelektronischen Schaltung zur Ansteuerung des Anzündelements auf kleinstem Raum möglich. Schaltungs- 55 technische Maßnahmen zur Absicherung des Anzündelements gegen hochfrequente Störimpulse und EMV-Einflüsse können ebenso vorteilhaft realisiert werden.

Um einen möglichst geringen Übergangswiderstand zwischen Zündbrücke und den Kontakten zu gewährleisten, werden zunächst aus der Zündbrückenschicht gegenüber der 60 Zündbrücke großflächige Kontaktflächen ausgeformt und diese möglichst vollständig die Metallisierungsschichten der Kontakte berühren. Neben der Abscheidung der Metallisierungsschicht auf der Zündbrückenschicht ist auch eine Face-Down-Kontaktierung aus im Trägersubstrat integrierte 65 Leitbahnbereiche denkbar, die Zündbrückenschicht von der entgegengesetzten Seite zu kontaktieren. Die Zündbrückenschicht kann dann auf die Trägersubstratoberfläche oder gegebenenfalls auch auf die zwischengeschobene strukturierte

Metallisierungsschicht abgeschieden wird.

Eine Zündbrückenschicht zwischen 0,2 und 2 μm erlaubt bei einem spezifischen Widerstand des Titanhydrids von ca. 0,50 $\mu\Omega/\text{m}$ eine recht große Oberfläche der Zündbrücke und gute Variationsmöglichkeiten durch Länge und Breite der Zündbrücke im bevorzugten Bereich des elektrischen Gesamt-
widerstands der Zündbrückenschicht von 0,5 bis ca. 200 Ω .

Das zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Anzündelements erforderliche verfahren wird in Patentanspruch 11 beschrieben, wobei insbesondere die gegenüber herkömmlichen Temperungsprozessen recht niedrige Temperatur von etwa 350° Celsius für die Wasserstoffeinlagerung sehr vorteilhaft ist. Während die Prozeßdauer bei niedrigeren Temperaturen (unter 300° Celsius) erheblich ansteigt, setzt bei höheren Temperaturen (über 400° Celsius) bereits der Zersetzungsprozeß des Titanhydrids ein, so daß eine Einlagerung von Wasserstoff nicht oder nur unter erheblich schwierigeren Prozeßbedingungen (Druck etc.) möglich wird.

In Zusammenhang damit ist auch die Weiterbildung gemäß Anspruch 13 zu betrachten, wonach beim Abscheiden der Metallisierungsschicht die Zündbrückenschicht gekühlt wird, so daß die lokale Temperatur die 350° Celsius nicht übersteigt.

Alle Herstellungsschritte sind dabei kompatibel für die Fertigung in Halbleiterfabriken ausgestaltet und können somit für eine Vielzahl von Anzündelementen gleichzeitig realisiert werden, indem als Trägersubstrat ein Siliziumwafer verwendet wird, der erst nach allen Herstellungsschritten zersägt wird.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen und zugehörigen Zeichnungen näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 Anzündelement mit abgeschiedener und strukturierter TiH_x -Zündbrückenschicht ($0,2 < x < 2$) auf einem Trägersubstrat mit einer thermischen Isolationsschicht

Fig. 1a als Draufsicht ohne Kontaktmetallisierung.

Fig. 1b als Draufsicht mit Kontaktmetallisierung und

Fig. 1c als Schnittdarstellung.

Fig. 2 Anzündelement mit abgeschiedener und strukturierter TiH_x -Zündbrückenschicht ($0,2 < x < 2$) auf einem Trägersubstrat mit einer thermischen Isolationsschicht.

Fig. 2a als Draufsicht ohne Kontaktmetallisierung.

Fig. 2b als Draufsicht mit Kontaktmetallisierung und

Fig. 2c als Schnittdarstellung.

Fig. 3 thermodynamisch wirksame Länge l und Breite b der Zündstruktur.

Fig. 4 Prinzipschaltbild des Zündstromkreises.

Fig. 5 Anzündelement mit abgeschiedener und strukturierter TiH_x -Zündbrückenschicht ($0,2 < x < 2$) auf einem Trägersubstrat ohne eine thermische Isolationsschicht und mit einer direkt aufgetragenen pyrotechnischen Wirkmasse.

Fig. 6 Anzündelement mit abgeschiedener und strukturierter TiH_x -Zündbrückenschicht ($0,2 < x < 2$) auf einem Trägersubstrat mit einer thermischen Isolationsschicht sowie mit einer in geringem Abstand aufgetragenen pyrotechnischen Wirkmasse.

Fig. 7 Anzündelement mit aus dem Trägersubstrat herausgeführten Kontaktierung der Zündbrückenschicht.

Fig. 8 Anzündelement mit einer Dämmschicht auf der Zündbrücke.

Von grundlegender Bedeutung für alle im folgenden gezeigten Ausführungsbeispiele ist, daß alle Herstellungsschritte und Schichten durch halbleiterprozeßkompatibel sind. Es wird jeweils nur ein Anzündelement gezeigt; dieses wird jedoch mit einer Vielzahl identischer Anzündelemente auf einer Halbleitersubstratwaferseiche realisiert. Grundsätzlich ist es aber auch möglich, anstelle eines Halbleitersubstrates ein anderes Trägersubstrat, bspw. eine Glas- oder Keramikfläche zu verwenden. Die Darstellung der Schichtdicken, -breiten und -längen ist schematisch und nicht maßstäblich.

sätzlich ist es aber auch möglich, anstelle eines Halbleitersubstrates ein anderes Trägersubstrat, bspw. eine Glas- oder Keramikfläche zu verwenden. Die Darstellung der Schichtdicken, -breiten und -längen ist schematisch und nicht maßstäblich.

Die **Fig. 1** zeigt ein Anzündelement mit bereits abgeschiedener, strukturierter und hydrierter $\text{TiH}_{x,0,2 < x < 2}$ -Zündbrückenschicht **2** auf einem Trägersubstrat **4** mit einer thermischen Isolationsschicht **3**.

Die thermischen Isolationsschicht **3** ist in diesem Ausführungsbeispiel als geschlossene epitaktisch abgeschiedene SiO_2 -Schicht ausgestaltet. Grundsätzlich kann diese aber auch durch Oxidation einer Siliziumsubsoberfläche hergestellt werden. Darüber hinaus sind auch andere Stoffe zur thermischen Isolation geeignet. Wesentlich für die Funktion ist jedoch, daß es weder durch die thermische Isolationsschicht **3** noch durch das Trägersubstrat **4**, falls auf die thermische Isolationsschicht **3** verzichtet wird, die Zündbrückenschicht **2** elektrisch kurzgeschlossen wird.

Die Kontaktflächen **21** (siehe **Fig. 1a**) der $\text{TiH}_{x,0,2 < x < 2}$ -Schicht sind verbreitert ausgeführt, um einen möglichst geringen Übergangswiderstand zu den Kontakten **1** zu erreichen. Entsprechend werden die Kontakte **1** als eine Al-Schicht oder eine andere Schicht aus einem hochleitfähigen Material realisiert (siehe **Fig. 1b** und **Fig. 1c**), um eine Kontaktierung zu erleichtern. Die Abmessungen der Kontaktflächen **21** richten sich nach den jeweils geforderten Kontaktierungsbedingungen. In **Fig. 1c** wird noch einmal die Abfolge der Schichten im Schnitt deutlich, wobei die variable Dicke d der thermischen Isolationsschicht **3** den Zündzeitpunkt und die mindestens erforderliche Zündspannung beeinflusst. Wird nämlich die Zündbrückenschicht **2** vom Strom durchflossen, so ist die Zeit bis zum Erreichen der kritischen Zersetzungstemperatur im wesentlichen von der Wärmeleitfähigkeit der Isolationsschicht **3** abhängig. Kann eine größere Wärmemenge über die Isolationsschicht **3** an das Trägersubstrat **4** abfließen, so verzögert sich der Zündzeitpunkt oder aber es muß eine höhere Leistung umgesetzt werden, was eine höhere Zündspannung bedeutet.

Wie **Fig. 2** als zweites Ausführungsbeispiel zeigt kann die Titanhydridschicht **2** auch direkt auf dem Trägersubstrat **4** abgeschieden werden, falls eine Verzögerung des Zündzeitpunktes gewünscht oder die Zündspannung entsprechend hoch gewählt wird und außerdem das Trägersubstrat nicht elektrisch leitfähig ist. Die Kontakte **1** sind dabei wieder auf der strukturierten Zündbrückenschicht **2** abgeschieden (vgl. **Fig. 2b** und **2c**).

Fig. 3 verdeutlicht die letztlich wirksame Oberfläche der Zündbrückenschicht **2**. Auch in dieser **Fig. 3** wurde eine rechteckförmige Struktur der Zündbrücke **2** der wirksamen Länge l und Breite b gewählt. Diese Struktur ist besonders einfach über die bekannten Gleichungen $R = \rho \cdot l/A$ und $P = U^2/R$ theoretisch zu berechnen und außerdem fertigungstechnisch einfach zu dimensionieren. Die kritische Zündbedingungen, wie Zündzeiten und Zündspannungen können dadurch angepaßt werden.

Fig. 4 zeigt das Prinzipschaltbild des Zündstromkreises. Die Zündung erfolgt durch Anlegen einer elektrischen Spannung U im Niederspannungsbereich an die metallisierten Kontakte **1**. Infolge des einsetzenden Stromflusses kommt es zu einer jouleschen Erwärmung der Titanhydrid-Zündbrücke **2**, welche daraufhin durch ihre Erwärmung und die chemische Zersetzung (Freisetzung von reaktivem Wasserstoff) und eine Plasmaentladung den Zündvorgang in der direkt aufliegenden pyrotechnischen Wirkmasse **5** (vgl. **Fig. 5**) initiiert.

Die Anordnung der pyrotechnischen Wirkmasse **5** kann einerseits direkt auf der Zündbrückenschicht **2** erfolgen

(siehe Fig. 5), um neben der Wasserstoffreaktion und Plasmawirkung auch die direkte Wärmeleitung zu nutzen. Oder es wird mittels abstandsbestimmender Zwischenschichten 6 zur Zündbrückenschicht 2 ein geringer Abstand 7 realisiert (siehe Fig. 6), um vornehmlich die reine Plasmawirkung auszunutzen.

Fig. 7 zeigt nun noch ein weiteres Ausführungsbeispiel, bei dem die Zündbrückenschicht 2 im Bereich der Kontaktflächen 21 von der unteren, der pyrotechnischen Wirkmasse entgegengesetzten Seite kontaktiert wird. Die Kontakte 1 sind bspw. in die Trägersubstratoberseite eingelassen. Zwischen den Kontakten 1 und unter dem wirksamen Bereich der Zündbrückenschicht 2 ist die thermische Isolationsschicht 3 vorgesehen, welche die Zündbrückenschicht 2 thermisch und elektrisch vom Trägersubstrat 4 isoliert. Zu den Kontakten 1 hin weist das Trägersubstrat Leitbahnbereiche 4.1 auf, die bspw. aus hochdotiertem Trägersubstratmaterial (Si) sind. Die beiden Leitbahnbereiche 4.1 sind durch einen Isolationsgraben 4.2 im Trägersubstrat 4 voneinander isoliert. Vorteil dieses Ausführungsbeispiels ist ggfs. der Verzicht auf eine Al-Schicht und externe Anschlüsse an die Kontakte. Außerdem wird die Berührung zwischen pyrotechnischer Wirkmasse und Zündbrückenschicht vereinfacht und verbessert.

Neben den vorangehend beschriebenen und in den Figuren gezeigten Ausführungsbeispielen sind insbesondere auch andere, zum Beispiel kreisförmige Ausgestaltungen der Zündbrückenschicht denkbar.

In Fig. 8 wiederum im Schnitt ein Ausführungsbeispiel einer weitere Weiterbildung der Erfindung dargestellt, wonach auf der Zündbrückenschicht 2 im wirksamen Bereich der Zündbrücke zwischen den Kontakten 1 eine Dämmschicht 7 abgeschieden ist. Durch eine derartige, bspw. aus Oxidmaterial bestehende Dämmschicht 7 kann der Aufheizprozeß der Zündbrückenschicht auf die für die Zersetzung erforderliche Temperatur durch eine Druckerhöhung beschleunigt werden. Die Dicke der Schicht und ihre Struktur (lokale Verjüngung der Dämmschicht 7 als Soll-Bruchstelle etc.) ist dabei so gewählt, daß nach dem Freisetzen des reaktiven Wasserstoffs und der beginnenden Expansion die Dämmschicht 7 bei einem vorab definierten Druck öffnet und das heiße Wasserstoffgas sowie die heißen Partikel der Zündbrückenschicht und, falls sich ausbildend, auch das Plasma an bzw. in die pyrotechnische Wirkmasse 5 gelangen können. Vorzugsweise ist auch die Dämmschicht 7 nur so dick, daß diese direkt beim Beginn der Reaktion der Zündbrückenschicht 2 zerstört wird. Die Dämmschicht 7 kann aus einem Material oder einer Folge von Schichten bestehen, bei der zumindest die direkt an der Zündbrückenschicht 2 liegende elektrisch isolierend sein muß, damit die Zündbrückenschicht 2 nicht überbrückt wird. Eine teilweise Metallabscheidung als Deckschicht der Dämmschicht 7 ist jedoch denkbar, da durch die Reflexion an der metallisierten Deckschicht die Wärme vor der Zerstörung der Dämmschicht 7 in die Zündbrückenschicht 2 zurück reflektiert wird und sich diese somit schneller erhitzt.

Patentansprüche

1. Anzündelement zur Zündung pyrotechnischer Wirkmassen (5), bestehend aus einem Trägersubstrat (4), auf dem zwei elektrische Kontakte (1) über eine Titan-haltige Zündbrückenschicht (2) miteinander verbunden sind, die infolge einer an ihre Kontakte (1) angelegte Spannung (U) gezündet wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Zündbrückenschicht (2) eine hydrierte Titanschicht (TiH_x) ist.
2. Anzündelement nach Anspruch 1, dadurch kenn-

zeichnet, daß sich unter der Zündbrückenschicht (2), zur der pyrotechnischen Wirkmasse (5) entgegengesetzten Seite, eine thermische Isolationsschicht (3) befindet.

3. Anzündelement nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Trägersubstrat (4) ein Halbleitersubstrat ist.

4. Anzündelement nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Kontakte (1) als zwei Metallisierungsschichten ausgeführt sind, welche ausgeformte Kontaktflächen (21) der Zündbrückenschicht (2) großflächig berühren.

5. Anzündelement nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das atomare Zusammensetzungsverhältnis (x) von Titan zu Wasserstoff der Titanhydrid (TiH_x) Zündbrückenschicht (2) im Bereich von 0,5 bis 2,0 liegt.

6. Anzündelement nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß Zündzeit und minimal erforderliche Zündspannung (U) direkt durch eine Veränderung der Strukturgeometrie und durch die Variation der Schichtdicke der Zündbrückenschicht (2) eingestellt wird.

7. Anzündelement nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Zündbrückenschicht (2) eine näherungsweise konstante Schichtdicke von 0,2 bis 2 μm hat.

8. Anzündelement nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß Zündzeit und minimal erforderliche Zündspannung (U) direkt durch eine Veränderung der Strukturgeometrie und durch die Variation der Schichtdicke der unter der Zündbrückenschicht (2) liegenden thermischen Isolationsschicht (3) eingestellt wird.

9. Anzündelement nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die thermischen Isolationsschicht (3) eine näherungsweise konstante Schichtdicke von 0,5 bis 3 μm hat und aus Siliziumoxid ist.

10. Anzündelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Veränderung der Zündzeit und der minimal erforderlichen Zündspannung die Strukturgeometrie und Schichtdicke der Zündbrückenschicht (2) dergestalt eingestellt wird, daß sich ein ohmscher Widerstand der Zündbrückenschicht zwischen 0,5 und 200 Ω vorzugsweise bei etwa 20 Ω zustande kommt und die Oberfläche der Zündbrückenschicht (2) zur pyrotechnischen Wirkmasse (5) und zur thermischen Isolationsschicht (3) hin eine Größe zwischen 25 und 100 000 μm^2 aufweist.

11. Anzündelement nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß auf der Zündbrückenschicht (2) eine thermisch und elektrisch isolierende Dämmschicht (7) zur pyrotechnischen Wirkmasse (5) hin aufgebracht wird, welche in Material und Struktur so beschaffen ist, daß sie beim Erreichen eines definierten Druckes durch die Reaktion der Zündbrückenschicht (2) zerstört wird.

12. Anzündelement nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Kontaktflächen (21) der Zündbrückenschicht (2) mit im Trägersubstrat (4) integrierten Leitbahnbereichen (4.1) verbunden sind.

13. Verfahren zur Herstellung eines Anzündelements nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß

- a) zunächst eine Titanschicht abgeschieden und entsprechend der gewählten Strukturgeometrie der Zündbrückenschicht (2) sowie der Kontaktflä-

chen (21) strukturiert wird, und
b) nachfolgend Wasserstoff durch Temperung
eingelagert wird, wobei die Temperatur während
der Temperung vorzugsweise bei etwa 350° Cel-
sius gehalten wird.

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekenn-
zeichnet, daß vor dem Abscheiden des Titans zunächst
in einem Halbleiterprozeß eine mikroelektronische
Schaltung im Trägersubstrat (4) und die thermische
Isolationsschicht (3) realisiert wird.
15. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekenn-
zeichnet, daß nach dem Hydrieren des Titans eine Alu-
miniumschicht abgeschieden und als Kontakte (1) ent-
sprechend der Form der Kontaktflächen (21) der Zünd-
brückenschicht (2) strukturiert wird, wobei vorzugs-
weise die Anordnung aus Trägersubstrat (4) und Zünd-
brückenschicht (2) lokal derart gekühlt wird, daß die
Temperatur der Zündbrückenschicht (2) unter 350°
Celsius bleibt.
16. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekenn-
zeichnet, daß eine Vielzahl von Anzündelementen auf
einem Siliziumwafer als Trägersubstrat (4) realisiert
werden.
17. Verwendung eines Anzündelements gemäß einem
der Ansprüche 1 bis 12 als Zünder für Insassenschutz-
einrichtungen, insbesondere Airbags in Kraftfahrzeu-
gen.

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

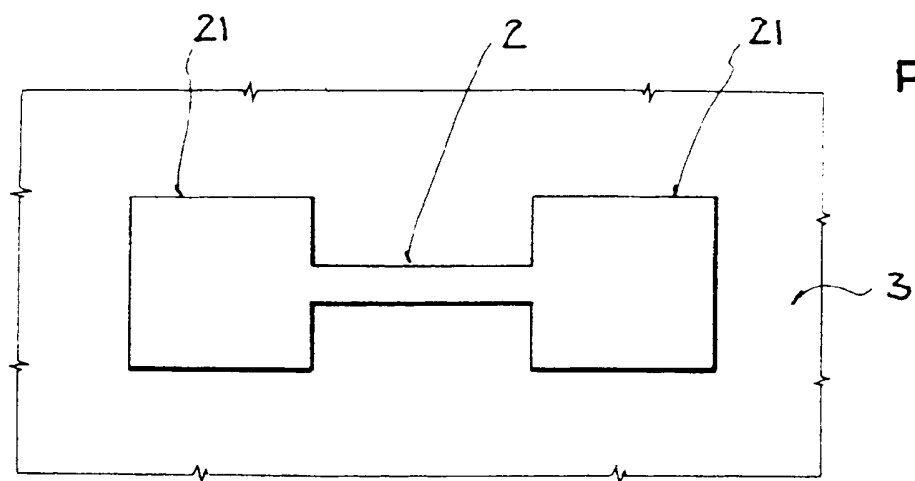


FIG. 1a

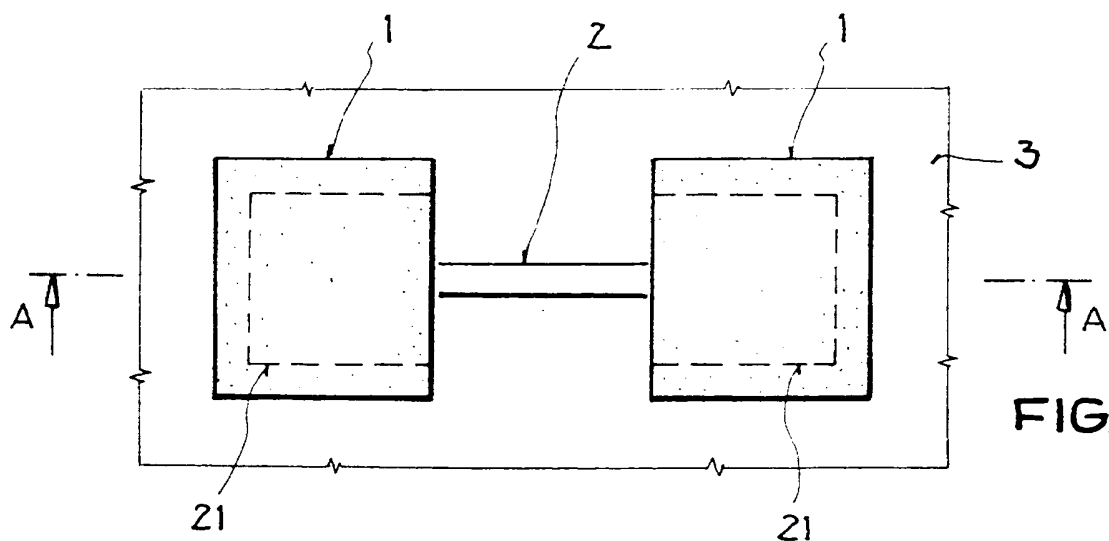


FIG. 1b

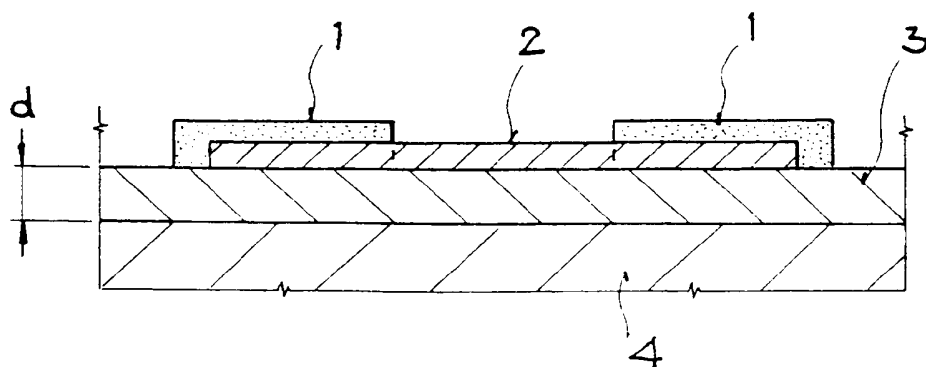


FIG. 1c

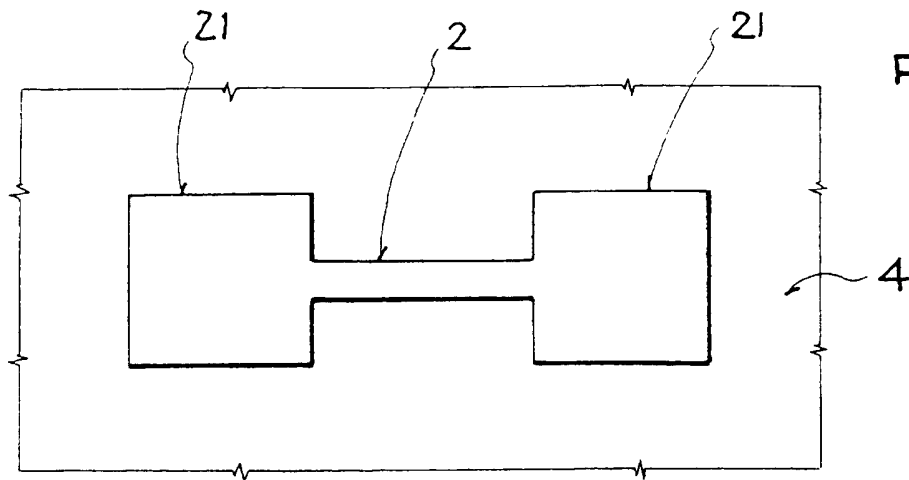


FIG. 2a

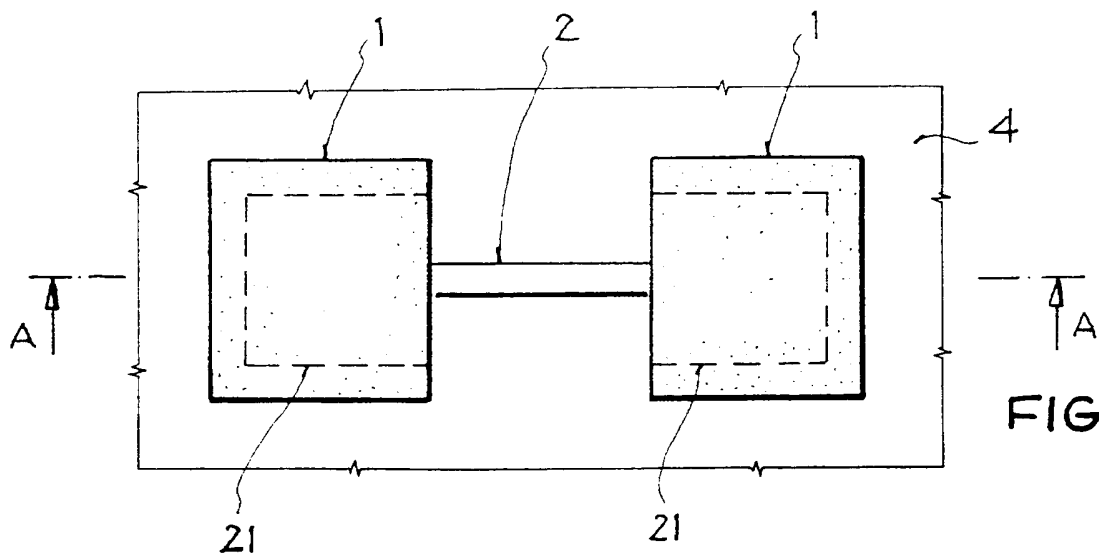


FIG. 2b

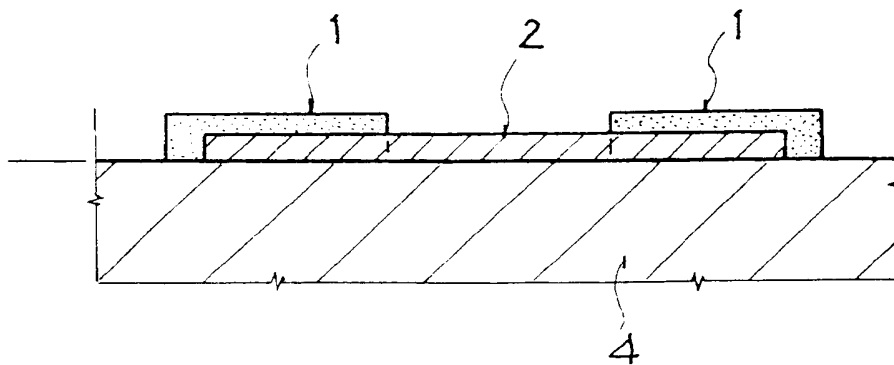


FIG. 2c

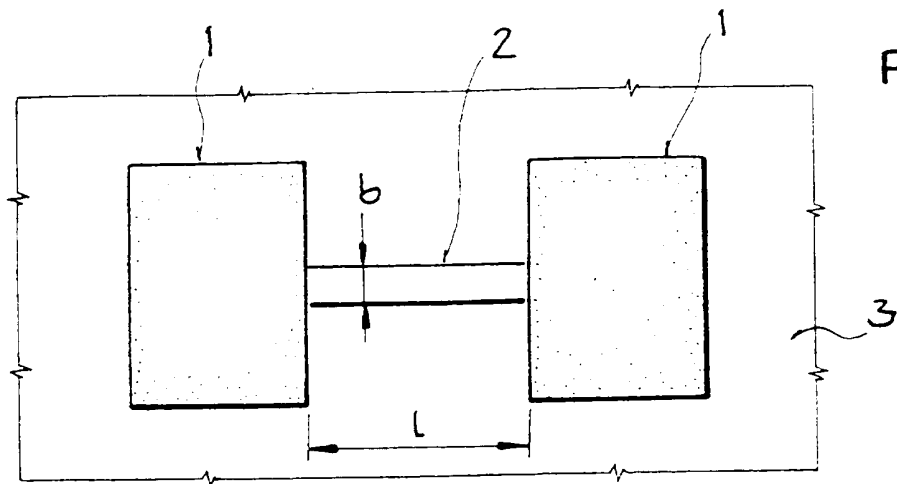


FIG. 3

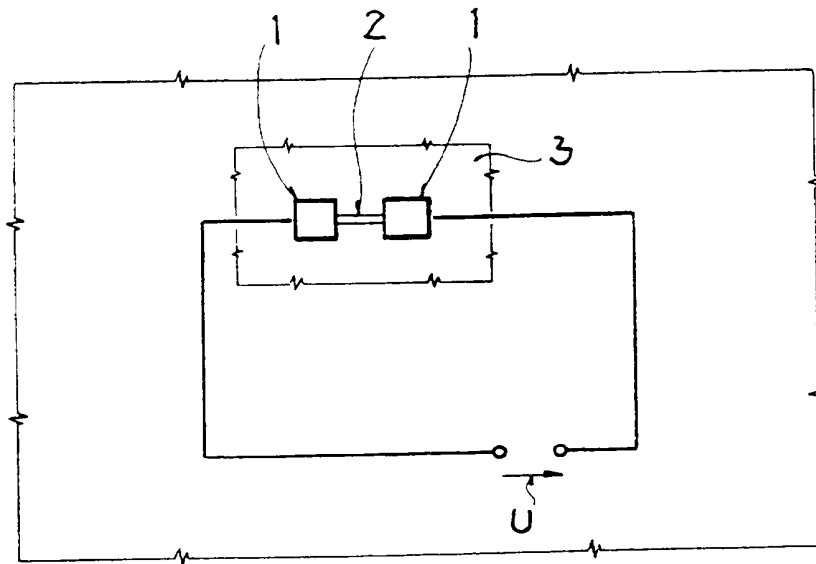


FIG. 4

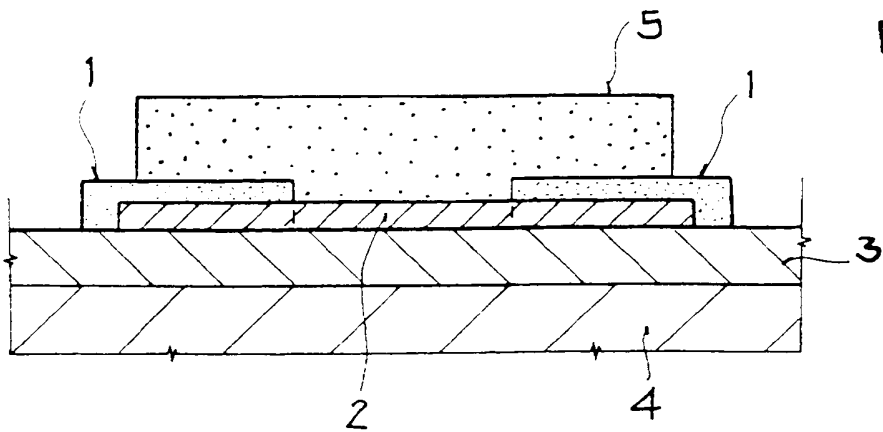


FIG. 5

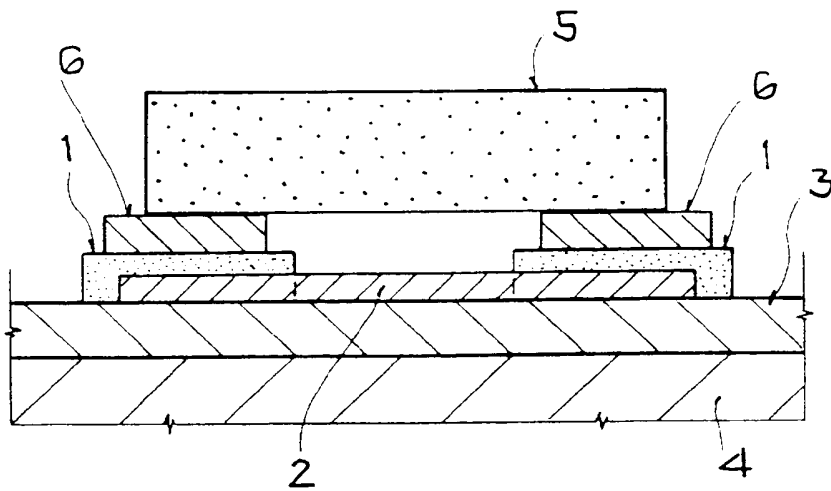


FIG. 6

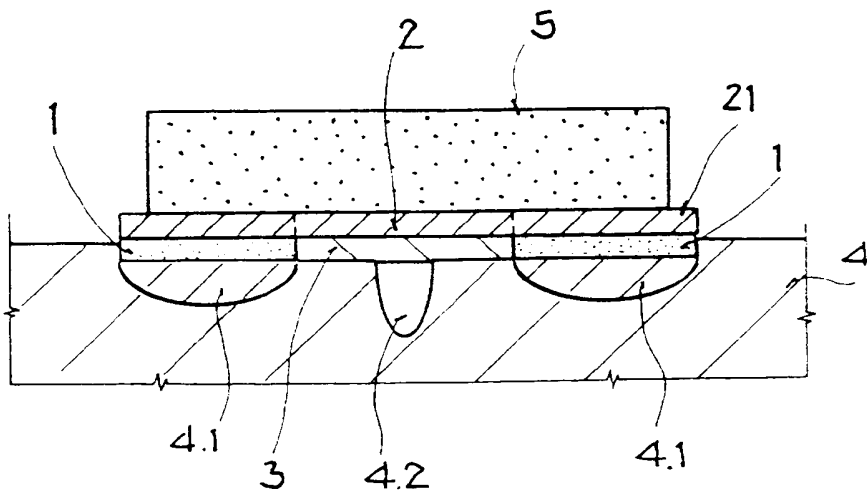


FIG. 7

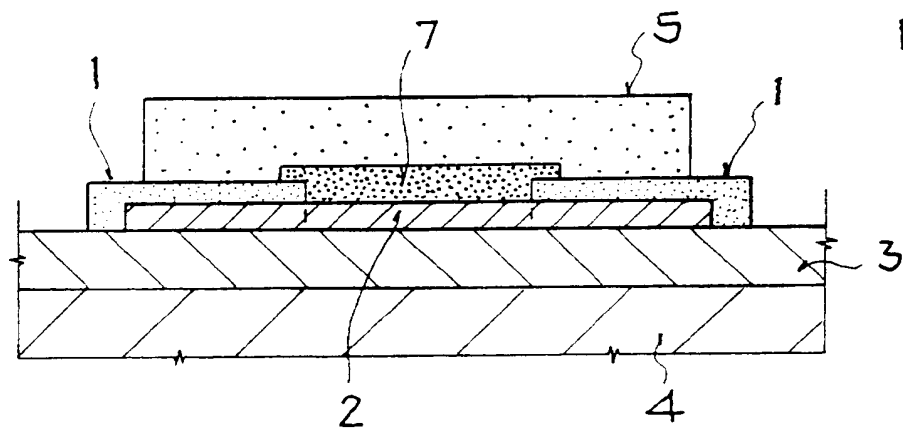


FIG. 8